



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 42 16 759 C 1

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**F 02 M 25/06**  
F 02 B 47/08  
F 02 D 21/08  
F 02 D 23/00  
F 02 D 13/02

②① Aktenzeichen: P 42 16 759.0-13  
②② Anmeldetag: 21. 5. 92  
④③ Offenlegungstag: —  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 18. 2. 93

DE 42 16 759 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:

MTU Motoren- und Turbinen-Union Friedrichshafen  
GmbH, 7990 Friedrichshafen, DE

⑦② Erfinder:

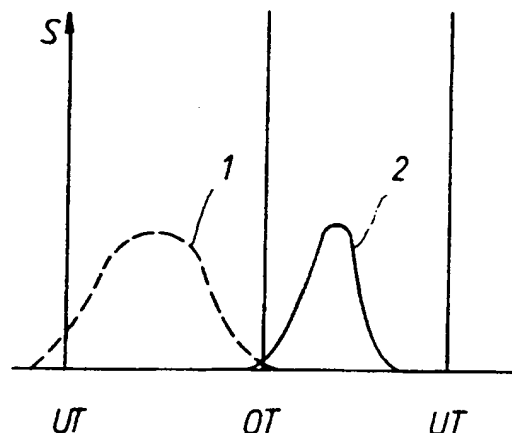
Teetz, Christoph, Dr., 7990 Friedrichshafen, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-AS 24 54 829  
EP 00 15 791

⑤④ Verfahren zur Reduktion der Stickoxide im Abgas einer aufgeladenen Brennkraftmaschine

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reduktion der Stickoxide im Abgas einer aufgeladenen Brennkraftmaschine durch Abgasrückführung. Die Rückführung heißer Abgase bewirkt eine Erhöhung der Verbrennungstemperaturen, was hinsichtlich der Stickoxidreduktion nachteilig ist. Zur Erniedrigung der Temperaturen ist es vorgesehen, die Einlaßorgane in den oberen Lastbereichen, in denen die Verbrennungstemperatur besonders hohe Werte annimmt, entsprechend dem Miller-Verfahren vor Erreichen der unteren Totpunktlage des Kolbens im Ansaughub zu schließen. Es erfolgt dadurch eine Expansion der Ladung mit entsprechender Absenkung der Verbrennungstemperatur im Zylinder.



DE 42 16 759 C 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reduktion der Stickoxide im Abgas einer aufgeladenen Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, wie es beispielsweise aus der DE-AS 24 54 829 als bekannt hervorgeht.

Aus der eingangs genannten DE-AS 24 54 829 geht es als bekannt hervor, daß der Ausstoß von Stickoxiden im Abgas einer aufgeladenen Dieselmotorkraftmaschine durch Abgasrückführung reduziert werden kann. Die Rückführung von Abgasen führt jedoch zu einer Anhebung der Verbrennungstemperaturen, was die Stickoxidbildung wieder fördert. Es ist deshalb vorgesehen, die rückgeführten Abgase vor Eintritt in die Verbrennungsräume zu kühlen. Zur Kühlung der Abgase dient ein als Kompressor arbeitender Zylinder. Die von diesem Zylinder angesaugten Abgase geben in der Kompressionsphase ihre Wärme an das Kühlsystem der Brennkraftmaschine ab, bevor sie, auf den Druck der Frischluft in der Ansaugleitung entspannt, zusammen mit der Frischluft den übrigen Zylindern zugeführt werden. Der Aufwand zur Kühlung der Abgase in einem separaten Zylinder ist jedoch beträchtlich.

In der WO 88/01 016 ist beschrieben, zur Kühlung der Ladung Wasser in die Verbrennungsräume einer Dieselmotorkraftmaschine einzubringen, um dadurch eine Stickoxidreduktion zu erreichen. Um die Stickoxidreduktion noch zu steigern, wird das rückgeführte Abgas noch zusätzlich in Wärmetauschern gekühlt. Der Anteil an rückgeführtem Abgas beträgt etwa 20% des gesamten Abgasvolumens. Auch dieses Verfahren zur Temperaturerniedrigung ist sehr aufwendig, weil zum einen Einrichtungen zum Einbringen des Wassers und zum anderen Wärmetauscher zur Abgaskühlung vorgesehen werden müssen.

Bei einer Brennkraftmaschine nach der EP 00 15 791 B1, die nach dem sogenannten Miller-Verfahren arbeitet, wird zur Verbesserung der Zündung bei Teillast Abgas rückgeführt, um die Ladung im Zylinder bei Teillast zu erwärmen. Mit der Ventilsteuerung nach dem Miller-Verfahren soll erreicht werden, daß mit zunehmender Last das Verdichtungsverhältnis abnimmt, wobei der rückgeführte Abgasanteil in den oberen Lastbereichen auf Null vermindert wird. Bei hoher Last ist also eine Erwärmung der Ladung nicht vorgesehen, weshalb in diesem Lastbereich keine Abgasrückführung erfolgt. Vielmehr würde bei dieser Brennkraftmaschine in hohen Lastbereichen eine Abgasrückführung zu thermischer Überbeanspruchung führen. Gerade bei aufgeladenen Brennkraftmaschinen ohne Abgasrückführung ist aber in hohen Lastbereichen wegen der hohen Temperaturen in den Brennräumen der Stickoxidausstoß besonders hoch.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Stickoxidemission im Abgas von aufgeladenen Dieselmotorkraftmaschinen insbesondere bei hoher Last auf möglichst niedrigem Niveau zu halten.

Diese Aufgabe wird erfindungsmäßig dadurch gelöst, daß die Einlaßorgane der Brennkraftmaschine in den hohen Lastbereichen entsprechend dem Miller-Verfahren vor Erreichen der unteren Totpunktlage des Kolbens im Ansaughub geschlossen werden.

Dadurch wird die Ladung zunächst expandiert, was zu einer Erniedrigung der Verdichtungsendtemperatur führt. Durch Anwendung des Miller-Verfahrens kann somit eine Temperaturerhöhung durch die Abgasrückführung ausgeglichen werden, so daß auch in den oberen

Lastbereichen ohne aufwendige Einrichtungen eine Reduzierung der Stickoxide erreicht werden kann. Das maximale Leistungsvermögen der Brennkraftmaschine wird dabei nicht erniedrigt, wenn durch Erhöhung des Ladeluftdrucks entsprechend dem Leistungsvermögen der Brennkraftmaschine die gleiche Frischluftmenge zugeführt wird, wie bei einer konventionellen Brennkraftmaschine mit konventioneller Ventilsteuerung, bei der nämlich das Einlaßventil nach dem Ende des Ansaughubs schließt. Bei dieser konventionellen Brennkraftmaschine würde aber eine Abgasrückführung ohne Kühlung zu thermischer Überbeanspruchung führen.

Eine Weiterbildung der Erfindung ist im Patentanspruch 2 dargelegt.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgendem näher erläutert.

Es zeigt die einzige Figur die Ventilerhebungskurven eines Ein- und eines Auslaßventils eines Zylinders einer Brennkraftmaschine bei hoher Last.

Die Kurve 1 in der einzigen Figur zeigt die Ventilerhebung eines Auslaßventils einer Brennkraftmaschine und die Kurve 2 die Ventilerhebung des Einlaßventils desselben Zylinders. Das Auslaßventil öffnet vor dem unteren Totpunkt (UT) und schließt nach dem oberen Totpunkt (OT). Das Einlaßventil öffnet vor dem oberen Totpunkt und schließt entsprechend dem Miller-Verfahren vor Erreichen des unteren Totpunkts wieder. Die Überschneidung von Ein- und Auslaßventil ist nur gering, so daß eine intensive Durchspülung des Zylinders nicht erfolgt. Es wird dadurch erreicht, daß Restabgas im Zylinder verbleibt. Die im Zylinder verbleibende Restabgasmenge kann je nach Lastzustand durch Änderung der Überschneidung geändert werden. Natürlich ist es zur Abgasrückführung statt dessen auch möglich, einen Teil der den Zylinder verlassenden Abgase durch eine Verbindungsleitung in die Ansaugleitung vor den Zylindern zurückzuführen.

Durch Abgasrückführung kann bekanntlich die Stickoxidemission beim Dieselmotor gesenkt werden. Es besteht jedoch der Nachteil, daß mit zunehmender Last die Frischladung zunehmend durch das rückgeführte Abgas bzw. das im Zylinder verbliebene heiße Restgas erwärmt wird und die daraus resultierende höhere Maximaltemperatur die Stickoxidbildung fördert. Durch Anwendung des Miller-Verfahrens kann diese Temperaturerhöhung vermieden werden. Das Einlaßventil wird, wie in der Figur dargestellt, vorzeitig, d. h. vor dem unteren Totpunkt geschlossen, so daß das Gemisch aus Restgas und Frischgas durch Expansion zunächst gekühlt wird. Die Kompression beginnt dann bei einer geringeren Temperatur und führt zu einer entsprechend geringeren Maximaltemperatur der Brenngase. Die notwendige Frischluftmasse kann durch Erhöhung des Ladeluftdrucks entsprechend dem Leistungsvermögen der Brennkraftmaschine zugeführt werden.

Zur Optimierung des Verfahrens im Kennfeld ist eine variable Ventilsteuerung zweckmäßig.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Reduktion der Stickoxide im Abgas einer aufgeladenen Brennkraftmaschine, wobei zumindest in den oberen Lastbereichen eine Abgasrückführung stattfindet, dadurch gekennzeichnet, daß die Einlaßorgane der Brennkraftmaschine in den oberen Lastbereichen entsprechend dem Miller-Verfahren vor Erreichen der unteren Tot-

punktlage des Kolbens im Ansaughub geschlossen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die den Brennräumen zugeführte Frischluftmasse durch Erhöhung des Ladeluftdrucks entsprechend dem maximalen Leistungsvermögen der Brennkraftmaschine geregelt wird. 5

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

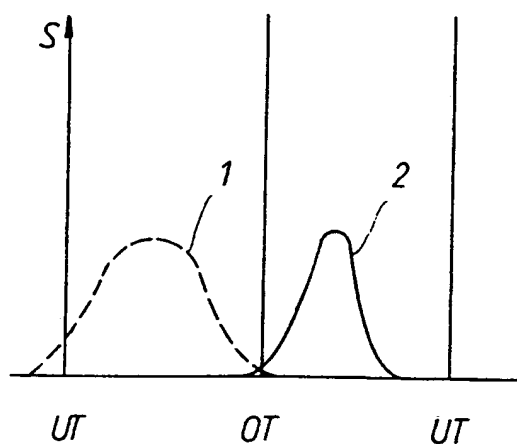


FIG. 1